

## Notas Científicas

### Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal

Rodrigo Carvalho<sup>(1)</sup>, Wenceslau J. Goedert<sup>(2)</sup> e Marcio Silveira Armando<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>SQN 312, Bloco A, Aptº 212, CEP 70765-010 Brasília, DF. E-mail: rc\_agro@yahoo.com.br <sup>(2)</sup>Universidade de Brasília, Caixa Postal 04508, CEP 70710-900 Brasília, DF. E-mail: goedert@unb.br <sup>(3)</sup>Embrapa Transferência de Tecnologia, Parque Estação Biológica, W3 norte, final, CEP 70770-901 Brasília, DF. E-mail: marcioarmando@embrapa.br

Resumo – Os sistemas agroflorestais são uma alternativa sustentável de produção agropecuária. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de um solo sob sistema agroflorestal, mediante a quantificação dos seguintes atributos físicos do solo: densidade, porosidade, resistência à penetração e estabilidade dos agregados. O solo sob sistema agroflorestal apresentou qualidade superior, quando comparado ao mesmo solo cultivado em sistema convencional, apresentando menor densidade, maior porosidade, menor resistência à penetração e maior agregação.

Termos para indexação: densidade, porosidade, compactação, agregação do solo, agrofloresta.

### Physical features of soil quality under an agroforestry system

Abstract – Agroforestry systems seem to be a sustainable alternative for agricultural production. The objective of this work was to evaluate the quality of a soil used under an agroforestry system by the quantification of the following soil physical attributes: density, porosity, resistance to penetration and aggregate stability. The soil under agroforestry exhibited a superior quality compared to the same soil cultivated by a conventional system, reflected by smaller soil density, higher porosity, lesser resistance to penetration and higher aggregate stability.

Index terms: soil density, porosity, compaction and aggregation, agroforestry.

Os sistemas agroflorestais constituem uma alternativa de produção agropecuária que minimiza o efeito da intervenção humana. Imitando o ambiente natural pela consorciação de várias espécies dentro de uma área, eleva-se a diversidade do ecossistema e são aproveitadas as interações benéficas entre as plantas de diferentes ciclos, portes e funções (Sanchez, 1995; Young, 1997).

Nos últimos anos, a preocupação com a qualidade do solo tem crescido, na medida em que seu uso e mobilização intensiva pode redundar na diminuição de sua capacidade em manter uma produção biológica sustentável. Segundo Santana & Bahia Filho (1998), a avaliação da qualidade do solo pode ser realizada pelo monitoramento de seus atributos ou características físicas, químicas e biológicas. Entre estes, têm sido recomendados aqueles atributos ou indicadores que podem sofrer mudanças em médio prazo, tais como densidade e porosidade, estado de agregação e de compactação, conteúdo de matéria orgânica e nível de atividade biológica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de um solo sob sistema agroflorestal, mediante a quantificação de alguns atributos físicos.

No projeto Vitrine de Tecnologias da Embrapa, localizado no Parque Rural, Brasília, DF, implantado há seis anos, existem vários módulos demonstrativos de tecnologias de sistemas agrícolas, entre os quais um sob sistema agroflorestal (SAF) e outro sob sistema de plantio convencional (SPC). O solo da área da vitrine é um Latossolo Vermelho argiloso, originalmente com baixa fertilidade e elevada acidez.

O SAF, implantado em novembro de 1999, é classificado como seqüencial (Armando et al., 2003), com linhas alternadas de árvores entre as culturas anuais. Nele estão reunidos 30 materiais de 20 espécies diferentes em uma área de 810 m<sup>2</sup>. Todos os restos vegetais, oriundos da colheita de espécies de ciclo curto ou da poda das de ciclo longo, têm sido deixados sobre a superfície do solo, sofrendo o processo normal de decomposição.

Uma área sob SPC, localizada ao lado daquela sob SAF, vem sendo cultivada com a cultura do milho e foi utilizada como referência ou testemunha.

A amostragem do solo foi realizada no início da estação chuvosa de 2003. Na área sob SPC, a amostragem foi feita ao acaso, nas entrelinhas de milho, um mês após

o plantio desta cultura. Na área sob SAF, as amostras foram coletadas aleatoriamente, nos espaços entre as plantas perenes.

As amostras indeformadas foram retiradas nas profundidades: 0–5, 5–10, 10–15 e 15–20 cm, com o auxílio de anéis volumétricos de 100 cm<sup>3</sup>. As amostras foram coletadas de forma vertical ao plano do terreno, sendo realizadas quatro repetições por área e uma repetição por trincheira. Nessas amostras foram determinadas a densidade do solo, a densidade das partículas e a porosidade total.

Na análise da estabilidade de agregados, foram coletadas amostras na profundidade de 0–20 cm, em quatro repetições por área.

Na determinação da densidade do solo (densidade aparente), foi utilizado o método do anel e na determinação da densidade de partículas do solo foi utilizado o método do balão volumétrico. A porosidade total foi obtida pela relação matemática entre as densidades do solo e de partículas (Embrapa, 1997).

Na avaliação direta do estado de compactação, foi medida a resistência mecânica do solo à penetração com penetrômetro marca EIJLKLKAMP, com ponteira de 1,5 cm de diâmetro, efetuando-se leituras a cada 5 cm, até a profundidade de 40 cm. Foram realizadas quinze repetições em cada gleba, com o solo apresentando 22% de umidade, em média.

A estabilidade de agregados foi avaliada pelo método de Yoder, calculando-se o diâmetro médio ponderado (DMP), para facilitar a comparação do estado de agregação do solo entre diferentes sistemas (Embrapa, 1997).

A amostragem foi completamente casualizada e na avaliação estatística dos resultados foi utilizado o programa SAEG para a realização dos testes F e de Duncan (teste de médias), ambos a 1% e 5% de probabilidade. Os fatores avaliados foram os diferentes sistemas de cultivo e as profundidades escolhidas. A área sob sistema agroflorestal apresentou densidade do solo entre 0,84 e 0,97, enquanto a área sob plantio convencional, valores entre 1,15 e 1,21 g cm<sup>-3</sup> (Tabela 1).

Camargo & Alleoni (1997) propuseram que o valor crítico relativo à densidade do solo, de um Latossolo Vermelho, deve ser de 1,1 g cm<sup>-3</sup>. Maria et al. (1999) indicam 1,2 g cm<sup>-3</sup> para Latossolo Roxo, afirmando que a partir desta densidade ocorre restrição ao desenvolvimento radicular quando o solo se encontra em capacidade de campo, caracterizando compactação do solo. Segundo Goedert et al. (2002), valores entre 0,7 e 1,0 g cm<sup>-3</sup> podem ser considerados normais em Latossolo

Vermelho, propondo que 0,9 g cm<sup>-3</sup> seja o máximo permitido quando se deseja sustentabilidade no uso de latossolos. Tais relatos evidenciam que o nível crítico para densidade do solo varia de acordo com o solo e que não existe consenso sobre um valor específico.

Os valores da densidade apresentados pelo solo sob sistema agroflorestal se mantiveram dentro do limite considerado normal em todas as profundidades. Já no SPC, os valores, em todas as profundidades, ultrapassaram o nível crítico proposto pelos autores citados anteriormente, resultando em leve compactação do solo (Tabela 1).

Com relação à porosidade total, também houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo, mas não quanto à profundidade e interação entre sistema e profundidade (Tabela 1).

No solo sob SAF, a porosidade total situa-se em níveis considerados normais para latossolos do Cerrado (Resck, 1981), sendo superior ao solo sob preparo convencional. Este fato é, possivelmente, um reflexo da maior atividade biológica e de seus efeitos na agregação do solo.

O solo sob SAF apresentou menor resistência mecânica à penetração em todas as profundidades, quando comparado ao sob SPC (Tabela 2).

Os valores de resistência do solo que restringem o crescimento radicular variam de acordo com a planta cultivada. Rosolem et al. (1994), trabalhando em Latossolo arenoso, relatam restrições a partir de valores de resistência de 0,75 MPa. Trabalhando com leguminosas em Latossolo argiloso, Alvarenga et al. (1996) verificaram restrições ao desenvolvimento radicular a partir de 1,49 MPa. Já Camargo & Alleoni

**Tabela 1.** Densidade e porosidade total do solo de uma área submetida ao sistema de cultivo agroflorestal (SAF) e ao sistema de plantio convencional (SPC), no DF. Médias de quatro repetições<sup>(1)</sup>.

Profundidade (cm)	Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)	
	SAF	SPC	SAF	SPC
0 a 5	0,84a	1,15c	66,82a	55,63a
5 a 10	0,87ab	1,19c	66,64a	53,91a
10 a 15	0,96b	1,21c	63,14a	53,34a
15 a 20	0,97b	1,20c	62,25a	54,62a
Média	0,91A	1,21B	64,71A	54,38B

<sup>(1)</sup>Para cada atributo, médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; a interação entre tratamento e profundidade não foi significativa, em ambos os atributos avaliados, e o coeficiente de variação foi de 7,4%.

(1997) propõem o valor de 1,10 MPa como nível crítico. Avaliando o estado de compactação em áreas de lavoura no Distrito Federal, Goedert et al. (2002) encontraram valores entre 0,7 e 1,3 MPa, concluindo que dentro destes limites não foi observado efeito negativo na produção de soja e milho.

O solo sob sistema agroflorestal apresentou baixa resistência em todas as camadas, principalmente na superficial (0–10 cm), refletindo os efeitos da incorporação de matéria orgânica ao solo. Por sua vez, no plantio convencional, há indícios de formação de um pé-de-grade a partir da camada de 15–20 cm, possivelmente decorrente do processo de preparo do solo (Tabela 2).

Com relação ao estado de agregação, o SAF apresentou índice DMP de 2,66, estatisticamente superior ao determinado para o SPC (2,39). No sistema agroflorestal, por causa da presença de grande quantidade de restos vegetais em diferentes estágios de decomposição, supõe-se que houve maior estímulo à atividade biológica do que no plantio convencional, contribuindo para a formação de agregados mais estáveis.

Finalmente, deve-se destacar o papel exercido por espécies vegetais arbóreas na melhoria da qualidade do solo. Segundo Young (1997), as árvores são responsáveis por diversos benefícios ao solo, protegendo-o do

impacto das gotas de chuva, mantendo o teor de matéria orgânica e melhorando suas propriedades físicas.

O solo sob sistema agroflorestal apresenta menor densidade aparente, maior porosidade, menor resistência à penetração e maior estabilidade de agregados, quando comparado ao mesmo solo sob sistema de plantio convencional.

## Referências

- ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.20, p.319-326, 1996.
- ARMANDO, M.S.; BUENO, Y.M.; ALVES, E.R. da S.; CAVALCALTE, C.H. *Agrofloresta para agricultura familiar*. Brasília: Embrapa-Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 11p. (Circular técnica, 16).
- CAMARGO, O.A. de; ALLEONI, L.R.F. *Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas*. Piracicaba: Esalq, 1997. 132p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- GOEDERT, W.J.; SCHERMACK, M.J.; FREITAS, F.C. de. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.223-227, 2002.
- MARIA, I.C. de; CASTRO, O.M.; DIAS, H.S. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.703-709, 1999.
- RESCK, D.V.S. *Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetação de Cerrado*. Brasília: Embrapa-CPAC, 1981. 42p. (Circular técnica, 6).
- ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C.S.; SACRAMENTO, L.V.S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. *Bragantia*, v.53, p.259-266, 1994.
- SANCHEZ, P.A. Science in agroforestry. *Agroforestry Systems*, v.30, p.5-55, 1995.
- SANTANA, D.P.; BAHIA FILHO, A.F.C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16. 1998, Montpellier. Montpellier: ISSS, 1998. CD-ROM.
- YOUNG, A. *Agroforestry for soil management*. 2<sup>nd</sup> ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320p.

**Tabela 2.** Resistência mecânica à penetração (MPa), em diferentes profundidades, em uma área submetida ao sistema de cultivo agroflorestal (SAF) e ao sistema de plantio convencional (SPC), no DF. Médias de 15 repetições<sup>(1)</sup>.

Profundidade (cm)	SAF	SPC
0 a 5	0,16a	0,30d
5 a 10	0,28ab	0,42d
10 a 15	0,43bc	0,58de
15 a 20	0,51c	0,88ef
20 a 25	0,61c	0,91ef
25 a 30	0,60c	1,01ef
30 a 35	0,56c	0,98f
35 a 40	0,64c	0,83f
Média	0,48A	0,74B

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; a interação entre tratamento e profundidade não foi significativa e o coeficiente de variação foi de 5,0%.